

脊柱机器人辅助手术系统在胸腰段较细椎弓根后路螺钉植入术中的应用

刘彬¹ 李佳佳¹ 姚树强¹ 杨永军¹ 吴瑞¹ 丛波¹
吴青松¹ 王子伟¹ 于潺娟¹ 周纪平^{1△}

[摘要] **目的:**探讨运用 Renaissance 脊柱机器人辅助手术系统在胸腰段较细椎弓根中植钉的精准性和安全性。**方法:**2014 年 6 月至 2018 年 3 月,利用机器人辅助手术系统治疗胸腰段较细椎弓根脊柱疾病患者 62 例,男 22 例,女 40 例;平均年龄 41 岁(19~65 岁)。胸椎骨折 18 例,腰椎骨折 35 例,脊柱畸形 9 例。随机对一侧椎弓根利用机器人辅助植钉(辅助组),另一侧利用传统方式徒手植钉(徒手组),手术后利用胸腰椎 X 线片和 CT 平扫,并参照 Rampersaud 分级方法对植入椎弓根钉的准确性进行评估。**结果:**62 例患者共经较细椎弓根置入螺钉 204 枚,胸椎 60 枚,辅助组优良率为 93.3%(28/30),明显优于徒手组优良率 76.7%(23/30),两组优良率差异有统计学意义($P<0.05$)。腰椎 144 枚,辅助组优良率为 95.8%(69/72),明显优于徒手组优良率 79.2%(57/72),差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**对于胸腰段较细椎弓根螺钉植入手术,运用 Renaissance 脊柱机器人辅助手术系统可提高其精确性和安全性。

[关键词] 脊柱机器人;较细椎弓根;胸腰段;螺钉

[中图分类号] R687.3 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2020)04-0044-03

椎弓根螺钉内固定技术在脊柱外科中运用较为普及,精准植入可有效降低对周围血管、神经的毁损率,增加螺钉的把持力^[1]。文献报道因胸腰段椎弓根置钉引起的相关并发症概率为 4.2%~7.8%^[2-3]。脊柱解剖结构的变异,特别是较细椎弓根,是一个不容忽视的问题。常规的置钉方法很容易引起置钉位置不佳,引起相应并发症^[4]。运用 Renaissance 脊柱机器人辅助植钉,可提高较细椎弓根螺钉植入的精确率,降低手术风险。参考既往对成人胸腰段椎弓根横径测量的研究结果^[5-6],成年人胸腰段椎弓根横径 95% 置信区间范围为 5.08~6.55 mm,因此本研究设定椎弓根横径<5.5 mm 为较细椎弓根。2014 年 6 月至 2018 年 3 月,我院运用脊柱机器人对术前 CT 平扫发现胸腰段椎弓根较细的患者辅助手术治疗,62 例脊柱骨折和畸形的患者疗效满意。本文对病例回顾性分析,报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

自 2014 年 6 月至 2018 年 3 月,根据纳入及排除标准,经术前 CT 平扫测量共 62 例患者纳入本研究,男 22 例,女 40 例;平均年龄 41 岁(19~65 岁)。本研

究已经本单位伦理委员会审议通过,患者均知情并签署知情同意书。

1.2 纳入标准

1)胸腰段骨折或脊柱畸形需行椎弓根内固定手术者,术前对置钉椎体行 CT 1.0 mm 的薄层扫描,双侧椎弓根横径最窄处<5.5 mm;2)术前心功能、肺功能评估可耐受手术;3)徒手组螺钉均为同一主任医师置入。

1.3 排除标准

1)严重骨质疏松者;2)严重脊椎畸形者;3)伴有椎弓根骨折者;4)单侧椎弓根较细者。

2 方法

2.1 椎弓根横径测量方法

在 CT 水平面上,选择椎弓根最宽层面进行测量,测量与椎弓根中轴线垂直的最小椎弓根宽度,测量工具为我院影像阅片系统自带测量工具(见图 1-3)。

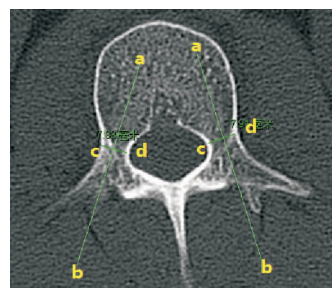


图 1 椎弓根横径测量方法

基金项目:山东省威海市科技发展项目(2016GNS034)

¹ 山东省文登整骨医院(山东 威海,264400)

[△]通信作者 E-mail:wdzglb@163.com



图 2 工作站

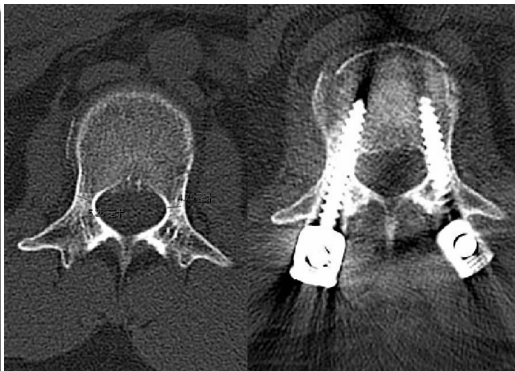


图 3 术前 CT 测量及术后 CT 图片

2.2 术前计划

将术前薄层 CT 数据输入装有 Renaissance 机器人配套软件的电脑,重建脊柱模型,进行术前设计,标记置钉椎体节段,设计螺钉的进钉点、进钉角度,设定螺钉的直径、长度。将设计数据导入机器人主机。

2.3 术中匹配及操作

在 C 臂机上安装图像适配器并与机器人主机连接,将体位标识放在 X 线机上透视正、斜位片,图像信息与导入机器人的图像信息自动匹配。采用气管插管全麻,患者取俯卧位,髋部及胸部下垫体位垫,

腹部悬空以减小腹腔压力。取以伤椎为中心后路正中切口,依次切开皮肤、筋膜,显露棘突及双侧突间关节,采用棘突夹平台(头端用夹子固定于椎体棘突,远端用螺钉固定于两侧髂后上棘,使平台牢固稳定),用 C 臂机透视正侧位,透视信息与术前 CT 影像进行匹配,完成椎体及螺钉信息注册(图 4)。根据机器人主机指令,将机器人放于对应轨道位置,机器人自动调整姿态,根据机器臂套筒位置钻孔,探子探查钉道,拧入合适螺钉(图 5)。徒手组利用传统方式徒手置入合适的螺钉。

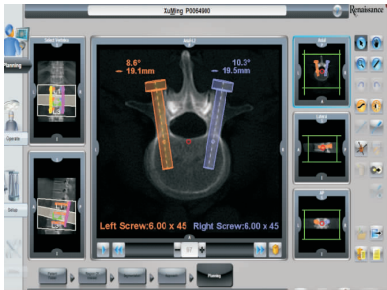


图 4 基于 CT 的 3D 计划软件

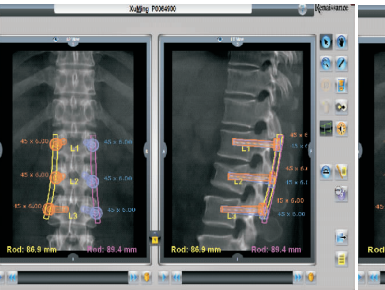


图 5 将 RBT 设备以及套筒操作系统导入至计划轨道,在机器人引导下植入螺钉

2.4 椎弓根螺钉位置评估

拔管后行 CT 检查,采用 Rampersaud 的方法评估椎弓根位置,分为四类^[4]:A 类,螺钉位置好,完全位于椎弓根皮质内;B 类,螺钉穿破椎弓根内壁 $<2\text{ mm}$;C 类,螺钉穿破椎弓根内壁 $2\sim 4\text{ mm}$;D 类,螺钉穿破内壁 $>4\text{ mm}$ 。其中 A 类和 B 类视为椎弓根位置准确,优良率 $=[(A\text{ 类}+B\text{ 类})\text{螺钉数}/\text{总螺钉数}]\times 100\%$ 。

2.5 统计学方法

采用 SPSS19.0 软件进行统计分析,计量资料采用 Shapiro-Wilk 检验,两组透视次数、置钉时间数据为正态分布,且方差齐性,用 $\bar{x}\pm s$ 表示。两组螺钉置入精确性采用秩和检验, $P<0.05$ 差异有统计学意义。

3 结果

62 例患者术后均获 10~18 个月(平均 12 个月)随访,胸椎骨折 18 例,腰椎骨折 35 例,脊柱畸形 9 例。共 204 枚螺钉,其中胸椎 60 枚(T_{10} 椎体 4 枚, T_{11} 椎体 12 枚, T_{12} 椎体 44 枚),腰椎 144 枚(L_1 椎体 84 枚, L_2

椎体 50 枚, L_3 椎体 10 枚)。

根据螺钉与椎弓根的位置关系分为四类。在胸椎螺钉中,辅助组 A 类 25 枚,B 类 3 枚,C 类 1 枚,D 类 1 枚,优良率 93.3%(28/30);徒手组 A 类 18 枚,B 类 5 枚,C 类 4 枚,D 类 3 枚,优良率 76.7%(23/30);辅助组螺钉的准确率明显优于徒手组,差异有统计学意义($\chi^2=7.354,P=0.006$)。在腰椎螺钉中,辅助组 A 类 62 枚,B 类 7 枚,C 类 2 枚,D 类 1 枚,优良率 95.8%(69/72);徒手组 A 类 48 枚,B 类 6 枚,C 类 9 枚,D 类 6 枚,优良率 79.2%(57/72);辅助组螺钉的准确率明显优于徒手组,差异有统计学意义($\chi^2=9.654,P=0.024$)。对于 D 类螺钉,没有出现血管、神经损伤并发症,未行翻修手术。在辅助组中胸椎和腰椎螺钉的准确率差异无统计学意义($\chi^2=0.014,P=0.912$)。

4 讨论

椎弓根钉棒系统能维持脊柱的三柱稳定性,成为脊柱外科主要的手术方式^[7]。理论上对于各种需要后

路固定的患者,只要椎弓根结构完整,均应行经椎弓根内固定。经椎弓根内固定方法已被脊柱外科医生掌握,但在解剖学研究和临床应用中发现,螺钉穿透椎弓根皮质的概率仍较高,尤其是一些横径较细的椎弓根,置钉过程中发生椎弓根崩裂的可能性更大^[8],导致螺钉把持力下降,潜在的神经、血管损伤的风险增加。精确植入螺钉可预防椎弓根螺钉内固定的并发症。脊柱外科医生应认识到存在较细椎弓根的情形,意识到较细椎弓根可能带来的风险。对于较细的椎弓根,选择小直径螺钉固然安全,但会影响螺钉的把持力^[9]。相反,在保证螺钉不穿破皮质的前提下,适当使用大直径螺钉,可增加螺钉的把持力^[10]。

较细椎弓根置钉通道较小,对进钉点和进钉方向要求很高,Renaissance 脊柱机器人辅助手术系统是一种置钉引导系统,可以为手术者提供准确的置钉方向。相关文献报道螺钉优良率达到 97%~99%^[11-12]。本研究脊柱机器人在较细椎弓根中的应用,在胸椎螺钉中优良率 93.3%,在腰椎螺钉中优良率 95.8%,利用机器人辅助置钉的优良率明显高于徒手组。其中有 2 枚螺钉穿破椎弓根内外壁超过 4 mm,但没有出现神经、血管相关并发症,均未行二次手术。Renaissance 系统应用于脊柱外科,极大提高了较细椎弓根螺钉置入的精确性,降低了手术风险。

脊柱机器人辅助手术系统在较细椎弓根置钉中的运用报道较少,仍在持续改进中,据笔者的运用总结该技术有以下优点:可对较细椎弓根置钉进行术前规划,设计出最佳的进钉路径,提高置钉的把持力。本研究中最细椎弓根横径仅 4 mm,通常所用螺钉横径在 5~6 mm 之间,传统方式穿出内侧椎弓根皮质的风险极高。通过脊柱机器人引导下置钉,既避免穿透内侧皮质,又使螺钉最大限度在椎弓根内,增加了螺钉的牢固程度。可根据椎弓根横径宽度,选择适合的螺钉,增强把持力。可以避免螺钉位置不佳导致再次手术,保障脊柱内固定手术的安全性,减少术者射线暴露时间^[13]。但 Renaissance 机器人辅助系统也存在局限性:脊柱机器人亦存在一定的误差,术中需要结合解剖标志使螺钉位置更佳;对骨质疏松患者进行匹配时存在困难^[14];若术中系统故障则需暂停使用;价格较高,基层医院难以普及。对于初次使用者应熟悉脊柱机器人的原理和操作流程,了解误差出现的原因并备好对策,通过系统学习,减少操作误差。不能完全依靠脊柱机器人置钉,一旦怀疑其准确性,要小心操作,必要时可重新规划置钉路径。

综上所述,运用 Renaissance 脊柱机器人辅助手术是比较理想的辅助脊柱外科植钉技术,对于较细椎弓根螺钉的植入有很大帮助,特别是对年轻医生,能提高他们的操作准确性,保障安全,降低损害。该技术属于新兴技术,需要大量临床样本进行研究、探讨和

改进。

参考文献

- [1] LEE G W, SON J H, AHN M W, et al. The comparison of pedicle screw and cortical screw in posterior lumbar interbody fusion: a prospective randomized noninferiority trial [J]. *Spine J*, 2015, 15(7): 1519-1526.
- [2] GAUTSCHI O P, SCHATLO B, SCHALLER K, et al. Clinically relevant complications related to pedicle screw placement in thoracolumbar surgery and their management: a literature review of 35,630 pedicle screws [J]. *Neurosurg Focus*, 2011, 31(4): E8.
- [3] 宁广智, 吴强, 张蒂, 等. 胸腰段脊柱骨折手术治疗的研究进展 [J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33(1): 43-46.
- [4] MAKINO T, KAITO T, FUJIWARA H, et al. Morphometric analysis using multiplanar reconstructed CT of the lumbar pedicle in patients with degenerative lumbar scoliosis characterized by a Cobb angle of 30° or greater [J]. *J Neurosurg Spine*, 2012, 17(3): 256-262.
- [5] HOU S, HU R, SHI Y. Pedicle morphology of the lower thoracic and lumbar spine in a Chinese population [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1993, 18(13): 1850-1855.
- [6] 石锐, 刘浩, 袁元, 等. 不同节段椎弓根内部结构的测量和比较 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2005, 23(5): 458-462.
- [7] 方国芳, 吴子祥, 樊勇, 等. Renaissance 脊柱机器人辅助手术系统在脊柱疾病中的应用 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19(4): 299-303.
- [8] 何伟, 钱宇, 杨万雷, 等. 胸腰段窄小椎弓根的应用解剖学研究 [J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37(1): 36-43.
- [9] 杨俊松, 郝定均, 刘团江, 等. 脊柱机器人与透视辅助下经皮植钉治疗腰椎滑脱症中植钉精度的对比研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2018, (32)11: 1371-1376.
- [10] CHEN Y, ZENG J, GUAN J, et al. Reformatted computed tomographic evaluation of the thoracic pedicle in a Chinese population for the surgical application of transpedicular screw placement [J]. *Surg Radiol Anat*, 2010, 32(5): 463-468.
- [11] VAN DIJK J D, VAN DEN ENDE R P, STRAMIGIOLI S, et al. Clinical pedicle screw accuracy and deviation from planning in robot-guided spine surgery: robot-guided pedicle screw accuracy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40(17): 986-991.
- [12] KUO K L, SU Y F, WU C H, et al. Assessing the intraoperative accuracy of pedicle screw placement by using a bonemounted miniaturerobot system through secondary registration [J]. *PLoS One*, 2016, 11(4): e0153235.
- [13] 陈龙, 海涌, 吴立, 等. 机器人辅助置入与徒手置入椎弓根螺钉的对比研究 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2017, 10(6): 730-736.
- [14] KUO K L, SU Y F, WU C H, et al. Assessing the intraoperative accuracy of pedicle screw placement by using a bone-mounted miniature robot system through secondary registration [J]. *PLoS One*, 2016, 11(41): e053235.

(收稿日期: 2019-09-07)